

IV-110 - DIAGNÓSTICO ESPACIAL-TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO IGUAÇU NA REGIÃO DA BACIA DO ALTO IGUAÇU

Bernard Lindner⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Especializando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Flavio Bentes Freire

Engenheiro Civil pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba (DACC/UTFPR).

Karina Querne de Carvalho

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba (DACC/UTFPR).

Michael Männich

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Tecnólogo em Química Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestre e Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor Adjunto (UFPR) e professor/orientador do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA-UFPR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Ângelo Domingos Durigan, 600 - Cascatinha - Curitiba - Paraná - CEP: 82025-100 - Brasil - Tel: +55 (41) 3335-5204 - e-mail: bernard_lindner@hotmail.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho consistiu em constatar o comportamento da qualidade da água do rio Iguaçu ao longo de seu percurso, observando os níveis de poluição em locais de diferentes graus de urbanização onde o rio atravessa, e em analisar a evolução da qualidade da água no decorrer dos anos. Foram selecionados para isso os nove parâmetros físico-químicos que compõe o Índice de Qualidade das Águas (IQA) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB): pH, DBO, OD, Turbidez, CF, NT, FT e ST. Verificou-se também o atendimento de padrões da resolução CONAMA Nº 357/2005 para a classe de água em que o rio é enquadrado. À medida que a densidade populacional das cidades próximas ao rio aumentou nos últimos anos, a qualidade da água caiu de forma significativa. As áreas mais urbanizadas, próximas à capital e região metropolitana, são as que mais contribuem para a degradação do rio, principalmente pelo despejo de esgoto doméstico e industrial, que chega ao corpo d'água sem o devido tratamento. Nessa região, a qualidade da água calculada através do método do IQA chegou a ser classificada como o pior nível do índice - qualidade péssima. Nas estações de monitoramento mais afastadas, onde o despejo de efluentes tende a ser menor, a água apresentou sinais de recuperação, chegando a ser classificada como boa. As cargas poluentes decrescem ao sair das áreas mais densamente habitadas, porém, constatou-se que a DBO, o NT, os CF e o FT, mesmo nos pontos mais distantes, não conseguiram atingir, em grande parte do tempo, níveis dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente para a classe em que o rio é enquadrado, sendo que os níveis de FT raramente se encontraram dentro de faixas aceitáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Hídrica, Rio Iguaçu, Qualidade da Água, Parâmetros de Qualidade, Índice de Qualidade.

INTRODUÇÃO

Os rios são de fundamental importância para o homem. Além de fornecerem água para o consumo, exercem influência em diversas atividades como transporte, agricultura, pecuária, produção industrial e outros. Entretanto, principalmente com o grande crescimento dos centros urbanos, os rios vêm sofrendo uma degradação exacerbada a qual traz diversas consequências negativas e inviabiliza o seu aproveitamento. Além de prejuízo estético, muitas vezes ocorre geração de maus odores, proliferação de doenças, comprometimento do ecossistema aquático, entre outros.

Um rio pode receber diversas cargas poluentes, tanto por causas naturais, como por causas vinculadas às atividades humanas, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades é responsável pela emissão de poluentes característicos, os quais possuem diferentes efeitos e graus de poluição. O Rio Iguaçu é o maior rio totalmente paranaense. Nasce próximo à Serra do Mar e percorre seu trajeto até formar as Cataratas do Iguaçu. Chega a ser considerado, infelizmente, o segundo rio mais poluído do país, ficando atrás apenas do Rio Tietê do estado de São Paulo. De acordo com o relatório do IAP (2009), existem trechos do Rio Iguaçu e de alguns de seus afluentes, como os Rios Belém, Atuba, Padilha, Barigui, Ivo, Bacacheri e Água Verde, que estão em péssimas condições, com altos teores de coliformes e de matéria orgânica e baixa concentração de oxigênio dissolvido, sendo, portanto, incapazes de suportar vida aquática superior. Alguns deles possuem teores de matéria orgânica tão elevados que se aproximam de esgotos sanitários brutos.

O estudo da qualidade das águas pode ser realizado pela análise de vários parâmetros e através de várias metodologias, tais como o Índice de Qualidade das Águas (IQA), a Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) e a resolução CONAMA Nº 357/2005.

O IQA é um índice adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a partir de estudos realizados pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos. No cálculo do índice são considerados ao parâmetros físico-químicos: oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); coliformes fecais (CF); nitrogênio total (NT); fósforo total (FT); sólidos totais (ST); temperatura; potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez. Ele resulta em um número numa escala de 0 a 100 sendo que, quanto maior o índice IQA, melhor a qualidade da água.

A conceituação normatizada da qualidade das águas no Brasil é realizada por meio da resolução CONAMA N° 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento nas devidas classes.

Na resolução CONAMA N° 357/2005, tem-se que corpos de água doce de classe 1 podem servir para abastecimento público com tratamento simplificado, enquanto que os de classe 2 necessitam de tratamento convencional e os de classe 3 necessitam de tratamento convencional a avançado. É salientado que corpos d'água de classe 4 não se enquadram ao abastecimento.

Conforme portaria SUREHMA nº020/92, o rio Iguaçu é enquadrado, em sua maioria, como um rio de classe 2. Todavia, esse parâmetro parece não indicar a sua real situação visto que o rio é conhecidamente e notoriamente poluído.

O estudo da qualidade da água do rio Iguaçu é fundamental para se compreender o real motivo pelo qual o rio vem sendo classificado como poluído por diversos autores. Ele pode permitir a verificação de quais as prováveis fontes de poluição.

Séries históricas de fácil acesso, de diversas estações de monitoramento ao longo do rio, podem indicar quais são os parâmetros que se tornaram críticos e hoje são responsáveis por baixos níveis de qualidade da água.

Verificar o comportamento do rio Iguaçu ao passar por locais de diferentes graus de urbanização e atividades econômicas distintas faz compreender a influência que estas regiões desempenham na qualidade da água do rio.

OBJETO DE ESTUDO

Considerado o maior rio totalmente paranaense, o Rio Iguaçu é formado na parte leste do município de Curitiba, na divisa com o município de Pinhais, seguindo seu curso de 1.320 km (ANA, 2013), até desaguar no Rio Paraná.

Apesar de conhecido como um dos rios mais poluídos do país é, conforme a portaria SUREHMA nº020/92, enquadrado em grande parte como rio de classe 2, o que não significa, necessariamente, que esta classe demonstre sua real situação.

ATIVIDADES NA REGIÃO DA BACIA DO ALGO IGUAÇU

A demografia da região da Bacia do Alto Iguaçu é fortemente condicionada pela evolução populacional de Curitiba e da RMC, que apresentou um aumento mais expressivo da taxa de urbanização nas décadas de 60 e 70, e chegou ao ano 2000 com 91,2% da população residindo na área urbana metropolitana (SUDERHSA, 2007).

Segundo SUDERHSA (2007), dentre as principais atividades econômicas locais, destaca-se a indústria de transformação, representada pela indústria química, metalúrgica, mecânica e materiais de transporte e elétrico, produtos alimentares, madeiras, bebidas e transformação de bens minerais não metálicos. De todos os bens minerais produzidos no Paraná, a RMC responde pela quase totalidade do calcário calcítico, além da quase totalidade de feldspato, fluorita, gnaisse, mármore, migmatito, ouro, quartzito, saibro, sericita e turfa. Participa ainda, em termos quantitativos, com 87% do granito produzido, 83% de toda água mineral, 80% do filito, 74% do caulim, 72% do calcário dolomítico, 49% da argila, 37% do cascalho, 31% da areia, 10% do talco e 5% das rochas básicas (diabásio, entre outros).

Na agricultura, em regiões no entorno da capital, destaca-se o plantio de olerícolas (batata inglesa, batata salsa, batata doce, cenoura, cebola, repolho, tomate, couve-flor, abobrinha, mandioca e hortaliças em geral), grãos (milho e feijão) e fruticultura (uva, laranja, tangerina, pêssego, pera, caqui e ameixa). A criação de animais também é uma atividade econômica desenvolvida na Alto Iguaçu, porém, em menor escala. Destaca-se a criação de aves de corte, bovinos de leite e corte, suínos, ovinos, equinos, apicultura e piscicultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em suma, a ideia central consistiu em analisar a evolução da qualidade da água do rio Iguaçu no decorrer dos anos, em diferentes estações de monitoramento na região do Alto Iguaçu (Tabela 1 e Figura 1), a partir de parâmetros de qualidade disponíveis no sistema Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA).

Tabela 1 - Informações das estações de monitoramento.

Estação	Município	Latitude	Longitude
65009000 (E01)	São José dos Pinhais	-25:29:2	-49:11:23
65013005 (E04)	Curitiba	-25:31:41	-49:13:8
65017006 (E05)	São José dos Pinhais	-25:35:56	-49:15:39
65028000 (E08)	Balsa Nova	-25:35:19	-49:37:55
65035000 (E09)	Curitiba	-25:32:53	-49:53:19

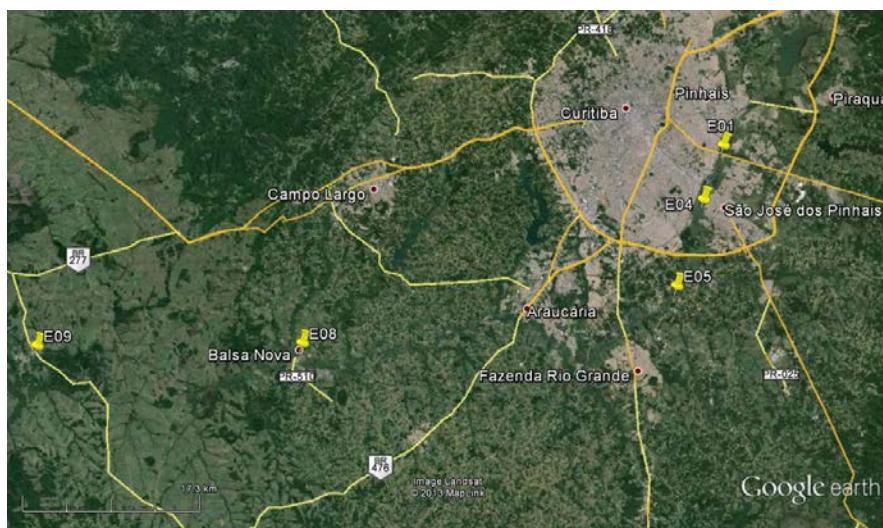


Figura 1 - Estações de Monitoramento no Google Earth (2013).

Foram utilizados como base para a análise os limites que estabelece a Resolução CONAMA nº 357/2005 para o enquadramento do rio nas diferentes classes de água doce.

O IQA da CETESB também foi calculado para as estações, avaliando o nível de qualidade da água de forma geral, decorrente da concentração dos parâmetros.

Dados do IBGE também foram coletados - e são mostrados na Tabela 2 - a fim de se saber mais sobre a população e o seu crescimento nas cidades em que passam as estações de monitoramento, o que é pertinente para o estudo temporal.

Tabela 2 - Evolução da População - Infográficos – IBGE (2013).

Cidade	População - 1991	População - 2000	População - 2010
Pinhais	-	102.985	117.008
Curitiba	1.315.035	1.587.315	1.746.896
São José dos Pinhais	127.455	204.316	264.210
Fazenda Rio Grande	-	62.877	81.615
Araucária	61.889	94.258	119.123
Balsa Nova	7.515	10.153	11.300
Porto Amazonas	3.579	4.236	4.514

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 indica as médias dos parâmetros de OD, DBO, CF, NT, FT em intervalos de cinco anos. Observou-se que, no período de 1985 a 2010, todas as estações demonstraram redução da qualidade da água por meio da variação dos parâmetros. Os demais parâmetros analisados (temperatura, pH, ST e turbidez) não sofreram variações temporais representativas e, dessa forma, não foram indicados na tabela.

Tabela 3 - Médias das medições em intervalos de cinco anos.

Estação	Período	OD	DBO	CF	NT	FT
65009000 (E01)	1985 a 1990	6,16	4,23	17.025,64	4,84	-
	1990 a 1995	6,07	6,67	11.442,48	2,31	-
	1995 a 2000	6,14	6,31	30.552,41	-	-
	2000 a 2005	4,73	11,47	212.221,40	8,95	0,55
	2005 a 2010	3,39	14,99	2.030.000,00	11,34	1,13
65013005 (E04)	1985 a 1990	1,81	27,72	106.976,68	8,95	-
	1990 a 1995	1,40	45,27	60.403,14	12,04	-
	1995 a 2000	2,77	27,73	59.328,86	-	-
	2000 a 2005	2,22	22,51	295.149,63	13,24	1,39
	2005 a 2010	1,52	21,61	6.191.176,06	16,09	1,21
65017006 (E05)	1985 a 1990	-	-	-	-	-
	1990 a 1995	1,44	16,18	36.730,22	5,96	-
	1995 a 2000	2,44	12,76	45.118,07	-	-
	2000 a 2005	2,54	14,43	309.145,22	6,78	0,81
	2005 a 2010	2,44	18,55	3.711.999,87	11,05	0,97
65028000 (E08)	1985 a 1990	-	-	-	-	-
	1990 a 1995	2,56	8,52	12.159,09	4,11	-
	1995 a 2000	2,96	5,13	12.040,13	-	-
	2000 a 2005	2,56	9,65	26.766,00	-	0,58
	2005 a 2010	2,88	9,20	121.918,75	6,68	0,47
65035000 (E09)	1985 a 1990	8,11	3,13	1.722,67	1,99	-
	1990 a 1995	7,96	6,07	1.694,29	2,44	-
	1995 a 2000	8,33	5,16	8.401,18	-	-
	2000 a 2005	8,26	7,49	29.600,83	3,18	0,36
	2005 a 2010	8,19	7,48	100.547,65	4,32	0,33
Legenda		Classe 1			Classe 4	
		Classe 2			Fora de Classe	
		Classe 3				

A estação E01, referente ao trecho anterior à cidade de Curitiba e à montante das demais estações, demonstrou significativa variabilidade histórica. Por meio da análise da estação E01, percebeu-se que no período de 1985 a 2000, o índice de OD atendia ao limite de enquadramento para a classe 1. No período de 1985 a 1990, o índice de DBO atendia ao limite de enquadramento para a classe 2, mas, logo após, atendia apenas a classes inferiores. Além disso, após o ano de 2000, não somente os índices de OD e DBO demonstraram a queda da qualidade, como também o índice de CF, NT.

Os níveis inferiores de OD devem-se, possivelmente, à grande quantidade de matéria orgânica que passou a chegar ao rio. Ela gerou um aumento na demanda de oxigênio, cuja disponibilidade já era pequena.

Constatou-se que na capital (estação E02) os limites estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005 são menos atendidos se comparados às demais estações. A média do IQA, através das medições em Curitiba, foi de 25,48, o que classifica a água como “Ruim”.



XII SIBESA

XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
2014



Em contrapartida, na estação mais a jusante e mais afastada de Curitiba (E09), o IQA foi mais elevado e teve média de 51,52, o que classifica a água como “Boa”. Os valores de OD nesta região aumentam expressivamente, ficando até mesmo acima do mínimo para a classe 1.

Os valores de CF nas estações atingiram níveis elevados. Em todas as estações, exceto na E09, houve amostras em que foram constatados valores de 10.000.000 Coliformes para 100 ml de água. Esse valor é 10.000 vezes maior que o limite estabelecido para a classe do rio. Pela Tabela 3, percebe-se que os valores médios de CF chegaram centuplicaram nos anos de 1995 a 2010. Isso tudo indica elevada contaminação por esgotos (maior nas áreas urbanas, pela maior densidade populacional) que é a principal fonte de coliformes fecais visto que não existe, aparentemente, outra fonte potencial, como atividades pecuárias. Os efluentes que chegam ao rio, além de aumentar os níveis de matéria orgânica, acompanham altas concentrações de coliformes fecais, que por sua vez possuem intensa correlação com doenças de veiculação hídrica.

A Tabela 4 apresenta a permanência dos parâmetros nos padrões da Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Tabela 4 - Permanência dos parâmetros nos padrões da Resolução Nº 357/2005, CONAMA, para classes de água doce.

Est.	Par	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
E01	pH	98,47%	98,47%	98,47%	98,47%
	Turbidez	83,09%	95,96%	95,96%	-
	DBO	26,97%	41,85%	66,01%	-
	OD	42,73%	52,23%	64,99%	87,83%
	CF	8,48%	15,18%	23,66%	-
	NT	27,12%	27,12%	-	-
	FT	1,49%	1,49%	4,48%	-
E04	pH	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Turbidez	83,59%	94,36%	94,36%	-
	DBO	0,35%	4,93%	26,06%	-
	OD	1,85%	5,54%	17,71%	43,17%
	CF	3,20%	5,94%	10,05%	-
	NT	0,00%	0,00%	-	-
	FT	0,00%	0,00%	0,00%	-
E05	pH	99,57%	99,57%	99,57%	99,57%
	Turbidez	77,53%	94,38%	94,38%	-
	DBO	4,03%	9,16%	45,42%	-
	OD	1,90%	6,08%	9,89%	49,05%
	CF	4,19%	6,59%	8,98%	-
	NT	3,03%	3,03%	-	-
	FT	0,00%	0,00%	0,00%	-
E08	pH	99,38%	99,38%	99,38%	99,38%
	Turbidez	80,95%	97,96%	97,96%	-
	DBO	12,26%	32,26%	74,84%	-
	OD	2,04%	8,84%	18,37%	66,67%
	CF	10,81%	28,38%	39,19%	-
	NT	10,71%	10,71%	-	-
	FT	0,00%	0,00%	2,17%	-
E09	pH	99,01%	99,01%	99,01%	99,01%
	Turbidez	85,55%	100,00%	100,00%	-
	DBO	22,75%	45,51%	89,22%	-
	OD	98,51%	98,51%	99,01%	99,50%
	CF	26,72%	54,31%	62,07%	-
	NT	50,00%	50,00%	-	-
	FT	0,00%	0,00%	8,33%	-

A Tabela 4 indica que o pH e a turbidez não são parâmetros críticos pois em no mínimo 94% das medições se apresentam dentro dos limites de enquadramento para a classe 2. Contudo, os demais parâmetros, na maior parte das estações, ficam em faixas fora do recomendado. Os valores de FT e OD impossibilitariam o rio até mesmo de ser enquadrado como Classe 3 ou Classe 4.

De todos os parâmetros, o FT foi o que mais ultrapassou o recomendado pelo CONAMA. Dentre as 262 medições, apenas uma, ocorrida na estação E01, em 2001, foi menor que o limite estabelecido para a classe 2.

Altas concentrações de fósforo e nitrogênio no rio Iguaçu ocorrem, muito provavelmente, pelas descargas de esgotos sanitários, que são maiores nas estações à montante, o que justifica os elevados níveis de FT e NT encontrados nestas. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem fontes potenciais. Eventuais efluentes industriais, como os de industriais químicas e alimentícias presentes na bacia, podem contribuir, uma vez que costumam apresentar efluente com fósforo e nitrogênio. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem contribuir para a presença excessiva desses elementos.

Na Figura 2 são apresentados os diagramas de caixa (boxplot) dos parâmetros: OD, DBO, CF, NT, FT e IQA. Parâmetros os quais apresentaram variação significativa entre as estações de monitoramento.

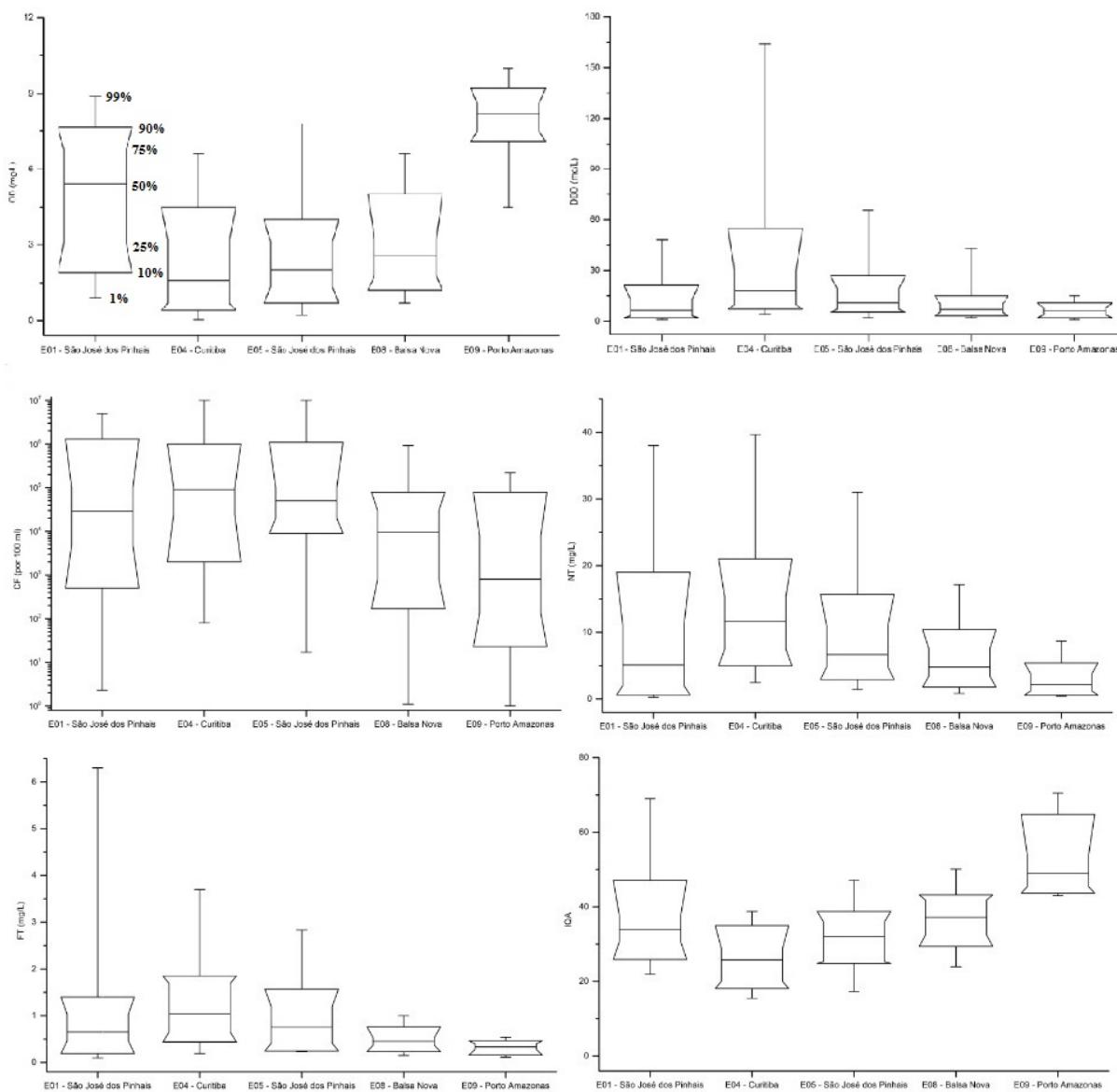


Figura 2 – Diagramas de Caixa (Boxplot) - OD, DBO, CF, NT, FT e IQA.

Pelos diagramas, tem-se que em E04 – na capital - obtiveram-se os piores índices e, consequentemente, os piores IQA's entre as estações. É o trecho do rio que, provavelmente, receba a maior carga de matéria orgânica proveniente de esgotos. Presume-se também que, nesse trecho, ocorra maior processo de decomposição ativa. Os valores de FT, NT, DBO, CF foram expressivamente maiores em Curitiba, enquanto os de OD, menores.

Da mesma forma que a qualidade da água cai ao entrar em Curitiba, ela também se recupera à medida que o rio se afasta da capital. Esse fato acontece devido à redução gradativa de FT, NT, DBO, CF, ST e ao acréscimo sucessivo de OD. Considera-se essa região como sendo uma zona de recuperação.

Em decorrência desses fatores, a estação E09, mais a jusante, localizada na cidade de Porto Amazonas, foi a que obteve os maiores valores de IQA.

Um dos motivos pelos quais Porto Amazonas apresenta águas mais limpas é o fato de não haver, ou ao menos em tanta intensidade, despejo de esgoto doméstico e industrial na região. Ao percorrer o caminho até esse local, o rio já se apresenta bastante recuperado. A matéria orgânica no local tende a estar mais estabilizada, implicando em um menor consumo de OD. Os altos níveis de OD podem se dever também, em parte, à grande presença de pedras e corredeiras que começam a surgir no trecho, que tem um decrescimento mais acentuado de cota. Acredita-se que elas gerem um aumento na oxigenação do rio.

CONCLUSÕES

Como já se era esperado, o Rio Iguaçu apresentou fortes níveis de poluição, principalmente ao receber cargas poluentes - despejadas diretamente no rio ou oriundas de afluentes tipicamente poluídos - na passagem por cidades com mais habitantes, como foi o caso de Curitiba, cidade onde apresentou os piores índices de qualidade. Pela análise dos parâmetros, supõe-se que os altos níveis de poluição na região são provindos principalmente do grande volume de esgoto doméstico, que acaba chegando ao rio sem um tratamento adequado.

No geral, os parâmetros de qualidade pioraram nas últimas décadas. A estação E01, localizada antes de Curitiba e a montante das demais estações, possuía, nas primeiras décadas de medição, índices bastante satisfatórios de OD, DBO e NT. Porém, a partir do ano 2000, ocorreu uma grande piora nos parâmetros e o trecho passou a ser tão poluído quanto os que passam pela capital.

É bastante alarmante o fato de todas as estações terem sofrido um aumento tão grande nos valores de Coliformes Fecais. Ficou constatado que, de 1995 a 2010, os valores de CF chegaram a centuplicar, ficando, em algumas estações, 10.000 (dez mil) vezes acima do tolerável para a classe do rio.

Os limites dos parâmetros para o enquadramento na Classe 2 não foram atendidos em grande parte das medições. Não se encontraram maiores problemas com os valores de pH, Turbidez e ST, que se mostraram, de maneira geral, aceitáveis. Contudo, o mesmo não ocorreu com os demais parâmetros como OD, DBO, CF, NT e, principalmente, FT. Nas estações E04 e E05 algumas medições de OD chegaram a valores próximos de zero o que, além de impróprio para sobrevivência de peixes, gera maus odores pela formação de condições anaeróbias.

Os níveis de FT são os que mais preocupam. Mesmo a estação com melhor qualidade da água (E05), em Porto Amazonas, não foi capaz de apresentar valores aceitáveis. Tudo indica que são necessárias providências mais efetivas para se combater esse problema, como o controle do uso indiscriminado de fertilizantes na agricultura e, principalmente, a implementação de alguma medida em relação ao uso de detergentes superfosfatados. Alguns países como Estados Unidos e Japão já alteraram a composição de detergentes, os quais passaram a ter compostos que causam menos prejuízos ao meio ambiente (Jornal da USP, 2002).

As estações, quanto mais se afastam de Curitiba, mais apresentam sinais de recuperação da qualidade. Isso acontece devido à capacidade de autodepuração do rio e a diminuição no lançamento de esgotos, os quais decaem visto que a população e as atividades econômicas fora do perímetro urbano são bem mais reduzidas se comparadas às da capital e região metropolitana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/Inicio.aspx>>. Acesso em: fev. 2013.
2. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS ENGENHEIROS AMBIENTAIS. Disponível em: <<http://www.aneam.org.br/noticias/destaque/648-ibge-apresenta-ranking-dos-10-rios-mais-poluidos-do-brasil>>. Acesso em: mar. 2013.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 2005. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, mar. 2005..
4. CETESB. Índice de Qualidade da Água - IQA. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidadedas%C3-%C3%81guas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidadedas%C3-%C3%81guas-(iqa))>. Acesso em: mar. 2013.
5. IBGE. Infográficos. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: ago. 2013
6. JORNAL DA USP. Fósforo, o vilão dos rios. Disponível em: <<http://www.u-sp.br/jorusp/arquivo/2002/jusp596/pag05.htm>>. Acesso em: ago, 2013.
7. PAREY, V. P. Relevância de Parâmetros de Qualidade das Águas Aplicado à Águas Correntes. Parte 1. Belo Horizonte: Hamburgo e Berlim: DVWK, 1993.
8. PIVELI, R. P; KATO, M. T. Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos. São Paulo: ABES, 2006.
9. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1, 2ª edição. Belo Horizonte: UFMG, 1996.